Los jeans lavados a la piedra requerían kilos y kilos de piedra pómez, un mineral no siempre fácil de hallar. Pero, desde que la industria ha logrado aprovechar las enzimas para uso propio, con un litro se reemplazan 100 kilos de piedra pómez. En los últimos años, la tecnología enzimática se ha revelado como una rama esencial de la biotecnología. Sin embargo, se trata de sustancias (largas cadenas de aminoácidos) de origen natural, que actúan como catalizadores en los procesos químicos que ocurren en los organismos vivos. Sólo que ahora se cuenta con la tecnología suficiente como para hacer con ellas casi milagros en ramas como la alimentación, la farmacéutica, las textiles y los detergentes, por ejemplo.

✓ Vacuna contra el cólera

✓ Reforma agraria dibujada

✓ El día a día de un portador

En el cerebro se consiguen TRANQUILIZANTES NATURALES

FUTURO



Nuevos inquilinos en la industria

AHI VIENE LA ENZIMA

Las enzimas invaden la industria

ADIOS A LA PIEDRA POMEZ

EL PAIS
de Madrid

(Por Marimar Jiménez) Lavar a la piedra prendas de jean ya no requiere cantidades ingentes de piedra pómez (procedentes de los volcanes de Turquía), cuya capacidad abrasiva dañaba la tela y cuyos residuos producían problemas medioambientales. Las enzimas consiguen hoy el mismo efecto de desgaste en estas prendas, gracias a un lavado biológico que resulta más económico y elimina la contaminación. Cada pantalón requería dos kilos de piedra; ahora, un litro de enzima sustituye a 100 kilos. Este ejemplo ilustra claramente las aplicaciones industriales de la tecnología enzimática, que en los últimos 20 años se ha revelado como rama esencial de la biotecnología.

De origen natural, las enzimas son proteínas (largas cadenas de aminoácidos) que actúan como catalizadores en los procesos químicos que ocurren en los organismos vivos. Sin ir más lejos, el cuerpo humano se sirve de ellas mientras come y hace la digestión. Localizadas en la boca, estómago y páncreas, las enzimas descomponen los alimentos en pequeños compuestos para su mejor asimilación. Así, las amilasas de la boca degradan el almidón del pan, los fideos o el arroz, mientras que las lipasas del páncreas digieren las grasas.

"Cada enzima descompone o sintetiza un compuesto químico específico, y en ciertos casos incluso limitan su acción a enlaces en los compuestos con que reaccionan", explica Lionel Picart, de Novo Nordisk, compañía de origen danés productora de enzimas. Picart compara la estructura molecular de la enzima con la de una llave: "Si por cualquier motivo (variación de las condiciones ambientales, por ejemplo) se modifica su forma geométrica, la llave no entra en la cerradura".

"Las enzimas aceleran espectacularmente la velocidad de las reacciones bioquímicas (10.000 - 10 millones de veces) y lo hacen a temperatura y presión ambientes", afirma Pilar Castillón, profesora de bioquímica de la Universidad Complutense de Madrid. Estas condiciones, más suaves que las que utilizan los procesos químicos, son la razón fundamental de su éxito en aplicaciones industriales. "Con ellas se alcanzan rendimientos próximos al ciento por ciento, sin generar subproductos y con costos de purificación menores", añade Castillón. "Las enzimas hacen posibles reacciones para las que aún la química convencional no ha encontrado soluciones."

La función óptima de las enzimas está entre los 30 y 70 grados centígrados y una acidez cercana al punto neutro (pH 7). "En general, el principal factor de inactivación de las enzimas es la temperatura", según Carmen Acébal, profesora de biología molecular en la Universidad Complutense. "Por ello, su aplicación industrial requiere tratamientos previos para su estabilización térmica." Así, por ejemplo, se ha desarrollado un proceso para crear granulados especiales en los que la molécula de enzima es arropada por una sustancia inerte.

Casi todas las enzimas industriales son de origen microbiano (hongos, levaduras o bacterias no patógenas). La búsqueda de una nueva enzima puede iniciarse en lugares remotos del planeta (volcanes, desiertos o cuevas), donde viven microorganismos en condiciones especiales de humedad, luz, temperatura y acidez.

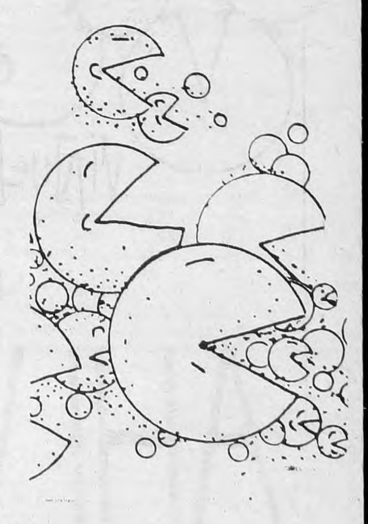
Las enzimas se agrupan generalmente en tres categorías: hidrolasas, isomerasas y oxidasas. Las primeras se utilizan en la industria para cortar o degradar grandes moléculas proteicas (proteasas), azúcares (carbohidrasas) y grasas (lipasas). Las isomerasas, también con amplia proyección industrial, se emplean, por ejemplo, para sustituir glucosa por fructosa en la elaboración de bebidas refrescantes. Ambos productos tienen la misma composición química, pero una estructura espacial de sus elementos diferente. Las oxidasas, en cambio, favorecen la oxigenación de moléculas y evitan coloraciones no deseadas, como en la producción de clara de huevo en polvo.

Se producen de forma masiva en grandes fermentadores (tanques de hasta 15 metros de profundidad y 160 metros cúbicos de capacidad). "Decidir cuál es la especie y variedad de microorganismo más adecuada para producir una enzima determinada puede llevar 10 años de investigación, ya que uno solo puede contener más de 1000 enzimas diferentes", subraya Picart. El crecimiento de una u otra enzima depende del medio de cultivo al que se somete al microorganismo. Este es alimentado básicamente con nitrógeno, carbono, hidrógeno, sales minerales y vitaminas.

El producto final puede ser liquido, en polvo o granulado, pero la actividad es estándar. "Muchas industrias nos piden soluciones enzimáticas que por el momento no podemos dar, aunque cada día descubrimos posibilidades nuevas", dice Picart, para quien la ingeniería genética permitirá crear nuevas enzimas o modificar las ya existentes.

"La ingeniería genética ofrece la posibilidad de mejorar la producción de enzimas mediante la amplificación de un gen seleccionado en la célula de un microorganismo también seleccionado, de tal modo que las células resultantes tienen la misma herencia y todas pueden producir la misma enzima", cuenta Castillón. Por su parte, Acébal apunta que estas técnicas permiten modificar de forma programada la información de la célula, mientras que los métodos convencionales de mutación —radiación ultravioleta o agentes químicos— conducen a mutaciones al azar entre las que no siempre se encuentra una mejora.

"Hace 15 años la industria de detergentes necesitó una lipasa que pudiera actuar a pH muy alto y a baja temperatura, porque se tiende a utilizar programas bajos que ahorren energía en las lavadoras, pero esto sólo es posible con manipulación genética", añade Picart, que reconoce la existencia mundial de un "debate ético" sobre estas cuestiones, mientras acusa a la administración



LA LUZ DA PARA TODO

Por Susana Gallardo/C y T

Cuando las antiguas lavanderas ponían la ropa de lino al sol para blanquearla, tal vez no sospechaban que la luz solar desencadenaba una reacción química. Hoy los científicos, como las lavanderas, tratan de sacar el máximo provecho tanto de la luz solar como de la artificial. "Los campos de aplicación son múltiples, desde la medicina, donde es posible detectar y curar tumores por medio de la acción de la luz sobre sustancias fotosensibles, hasta la purificación de aguas o la obtención de hidrógeno como combustible", indica Enrique San Román, director del laboratorio de Fotoquímica del Instituto de Materiales, Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

La destrucción de desechos orgánicos con tecnología solar, por ejemplo, se está realizando en los Estados Unidos en forma exitosa, en plantas de experimentación. El método consiste en atrapar la luz solar en un reactor donde fluye el agua contaminada. La energía ultravioleta activa un catalizador de dióxido de titanio agregado al agua en forma de pequeñas partículas. En la superficie del catalizador se forman oxidantes reactivos que atacan las moléculas contaminantes, convirtiéndolas en dióxido de carbono y agua.

La ventaja del sistema es que mineraliza los contaminantes en su totalidad, mientras que los métodos actualmente en uso sólo transfieren los contaminantes de un lugar a otro, además de resultar costosos e ineficientes. De todos modos, el sistema sirve para la purificación de cantidades pequeñas de agua, en piletas o estanques. No sería redituable emplearlo para descontaminar el Río de la Plata, por ejemplo.

Si bien este método de descontaminación solar da buenos resultados, puede mejorarse, y esto es lo que estudian los investigadores de laboratorio de Fotoquímica. "Desde 1987 estamos trabajando con unos colorantes, las ftalocianinas, que se utilizaron durante mucho tiempo en la industria de los jeans. Más tarde fueron reemplazadas por colorantes menos estables, cuando se puso de moda la apariencia de gastados", explica San Román. Las ftalocianinas, al ser irradiadas con luz roja, emiten fluorescencia o transfieren su energía a las moléculas de oxígeno, dando lugar a una especie de oxígeno muy tóxica para los tejidos vivos. Por ello se estudia la viabilidad de diagnosticar tumores por medio de la fluorescencia y curarlos con la acción del oxígeno reactivo.

Pero, ¿qué papel desempeñarían los colorantes en la descontaminación del agua? "Estamos analizando —detalla San Román— la posibilidad de recubrir los catalizadores de dióxido de titanio, que actúan por la acción de la luz ultravioleta, con colorantes que absorben luz roja; de este modo se podría aumentar considerablemente la eficiencia del sistema."

"También —continúa el investigador— tenemos un proyecto en común con la Universidad Autónoma de Barcelona, España, con el objetivo de unir químicamente las ftalocianinas a ciertos polímeros insolubles. El polímero funcionaría como soporte del colorante, el cual, al absorber luz, oxidaría la materia orgánica, descomponiéndola. Los polímeros podrían recuperarse luego de su uso, lo cual es difícil con el dióxido de titanio."

Estos procesos que sirven para degradar sustancias orgánicas pueden utilizarse también para descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno usando energía solar. En este caso el sistema funcionaría sobre la base de membranas que generan oxígeno de un lado e hidrógeno del otro, de modo de evitar una reacción explosiva de estos dos compuestos.

Pero las posibilidades de la luz y los colorantes no se agotan en estas aplicaciones. La industria de la informática podría hacer un uso interesante de la luz y las sustancias sensibles a ella, para almacenar información. Algo así como discos compactos con la capacidad de ser reutilizados.

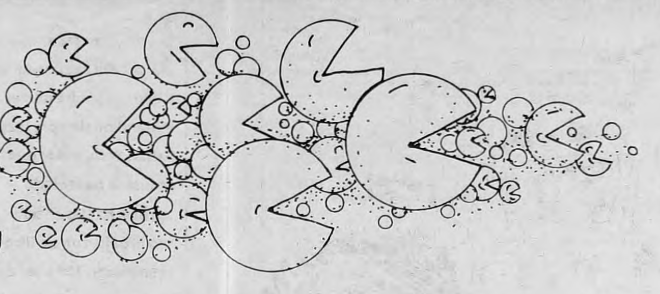
"Para ello habría que diseñar sustancias que cambiaran de color con un pulso de luz, y con otro pulso diferente volvieran al estado anterior", propone el investigador. San Román subraya que si bien las ftalocianinas fueron descubiertas en forma accidental, en Escocia en 1928, en la actualidad lo que se busca no es ya "descubrir" sino desarrollar nuevos compuestos que cumplan con los objetivos que se desea obtener.

La fotoquímica aprovecha la luz para producir reacciones químicas, pero ¿cómo hace para que, en algunos casos, la luz no actúe, por ejemplo, decolorando una tela o una pared? Esto también es posible.

Cuando un colorante absorbe luz transfiere esa energía al oxígeno. Este oxígeno energético es muy destructivo. En el organismo humano, la vitamina A tiene la capacidad de desactivarlo, pues resulta muy tóxico. "En el caso de la industria textil o la de pinturas, se podría lograr una mayor estabilidad del color introduciendo una sustancia que pudiera desactivar el oxígeno reactivo", explica San Román, y agrega: "Esta es otra de las formas en que el conocimiento generado en la Universidad puede ser transferido a la sociedad".

Las enzimas invaden la industria

ADIOS A LA PIEDRA POMEZ





ViÑuela

EL PAIS de Madrid

(Por Marimar Jiménez) Lavar a la piedra prendas de jean ya no requiere cantidades ingentes de piedra pómez (procedentes de los volcanes de Turquía), cuya capacidad abrasiva dañaba la tela y cuyos residuos producían problemas medioambientales. Las enzimas consiguen hoy el mismo efecto de desgaste en estas prendas, gracias a un lavado biológico que resulta más económico y elimina la contaminación. Cada pantalón requería dos kilos de piedra; ahora, un litro de enzima sustituye a 100 kilos. Este ejemplo ilustra claramente las aplicaciones industriales de la tecnología enzimática, que en los últimos 20 años se ha revelado como rama esencial de la biotecnología.

De origen natural, las enzimas son proteínas (largas cadenas de aminoácidos) que actúan como catalizadores en los procesos químicos que ocurren en los organismos vivos. Sin ir más lejos, el cuerpo humano se sirve de ellas mientras come y hace la digestión. Localizadas en la boca, estómago y páncreas, las enzimas descomponen los alimentos en pequeños compuestos para su mejor asimilación. Así, las amilasas de la boca degradan el almidón del pan, los fideos o el arroz, mientras que las lipasas del páncreas digieren las grasas.

"Cada enzima descompone o sintetiza un compuesto químico específico, y en ciertos casos incluso limitan su acción a enlaces en los compuestos con que reaccionan", explica Lionel Picart, de Novo Nordisk, compañía de origen danés productora de enzimas. Picart compara la estructura molecular de la enzima con la de una llave: "Si por cualquier motivo (variación de las condiciones ambientales, por ejemplo) se modifica su forma geométrica, la llave no entra en la cerradura".

"Las enzimas aceleran espectacularmente la velocidad de las reacciones bioquímicas (10.000 - 10 millones de veces) y lo hacen a temperatura y presión ambientes", afirma Pilar Castillón, profesora de bioquímica de la Universidad Complutense de Madrid. Estas condiciones, más suaves que las que utilizan los procesos químicos, son la razón fundamental de su éxito en aplicaciones industriales. "Con ellas se alcanzan rendimientos próximos al ciento por ciento, sin generar subproductos y con costos de purificación menores", añade Castillón. "Las enzimas hacen posibles reacciones para las que aún la química convencional no ha encontrado soluciones."

La función óptima de las enzimas está entre los 30 y 70 grados centígrados y una acidez cercana al punto neutro (pH 7). "En general, el principal factor de inactivación de las enzimas es la temperatura", según Carmen Acébal, profesora de biología molecular en la Universidad Complutense. "Por ello, su aplicación industrial requiere tratamientos previos para su estabilización térmica." Así, por ejemplo, se ha desarrollado un proceso para crear granulados especiales en los que la molécula de enzima es arropada por una sustancia inerte.

Casi todas las enzimas industriales son de origen microbiano (hongos, levaduras o bacterias no patógenas). La búsqueda de una nueva enzima puede iniciarse en lugares remotos del planeta (volcanes, desiertos o cuevas), donde viven microorganismos en condiciones especiales de humedad, luz, temperatura y acidez.

Las enzimas se agrupan generalmente en tres categorías: hidrolasas, isomerasas y oxidasas. Las primeras se utilizan en la industria para cortar o degradar grandes moléculas proteicas (proteasas), azúcares (carbohidrasas) y grasas (lipasas). Las isomerasas, también con amplia proyección industrial, se emplean, por ejemplo, para sustituir glucosa por fructosa en la elaboración de bebidas refrescantes. Ambos productos tienen la misma composición química, pero una estructura espacial de sus elementos diferente. Las oxidasas, en cambio, favorecen la oxigenación de moléculas y evitan coloraciones no deseadas, como en la producción de clara de huevo en polvo.

Se producen de forma masiva en grandes fermentadores (tanques de hasta 15 metros de profundidad y 160 metros cúbicos de capacidad). "Decidir cuál es la especie y variedad de microorganismo más adecuada para producir una enzima determinada puede llevar 10 años de investigación, ya que uno solo puede contener más de 1000 enzimas diferentes", subraya Picart. El crecimiento de una u otra enzima depende del medio de cultivo al que se somete al microorganismo. Este es alimentado básicamente con nitrógeno, carbono, hidrógeno, sales minerales y vitaminas.

El producto final puede ser líquido, en polvo o granulado, pero la actividad es estándar. "Muchas industrias nos piden soluciones enzimáticas que por el momento no podemos dar, aunque cada día descubrimos posibilidades nuevas", dice Picart, para quien la ingeniería genética permitirá crear nuevas enzimas o modificar las ya existentes.

"La ingeniería genética ofrece la posibilidad de mejorar la producción de enzimas mediante la amplificación de un gen seleccionado en la célula de un microorganismo también seleccionado, de tal modo que las células resultantes tienen la misma herencia y todas pueden producir la misma enzima", cuenta Castillón. Por su parte, Acébal apunta que estas técnicas permiten modificar de forma programada la información de la célula, mientras que los métodos convencionales de mutación —radiación ultravioleta o agentes químicos— conducen a mutaciones al azar entre las que no siempre se encuentra una mejora.

"Hace 15 años la industria de detergentes necesitó una lipasa que pudiera actuar a pH muy alto y a baja temperatura, porque se tiende a utilizar programas bajos que ahorren energía en las lavadoras, pero esto sólo es posible con manipulación genética", añade de Picart, que reconoce la existencia mundial de un "debate ético" sobre estas cuestiones, mientras acusa a la administración española de conservadurismo en la aceptación de las nuevas técnicas. "Lograr la inclusión de las enzimas producidas por métodos tradicionales en la llamada lista positiva del Ministerio de Sanidad es un calvario para los productores", se queja Picart. "Esta autorización puede llevar hasta tres años."

Estas listas positivas recopilan la legislación española sobre los grupos de alimentos donde se autoriza el uso de enzimas como coadyuvantes tecnológicos. En los casos de enzimas como aditivos —de momento sólo dos, según la Comisión Europea—, hay que esperar la regulación comunitaria, mientras que para autorizar los coadyuvantes cada país tiene autonomía. Sin embargo, siempre que éstos sean destinados al sector alimentario es necesario enviar la disposición a Bruselas.

La OMS sólo se ha pronunciado favorablemente respecto de tres o cuatro enzimas obtenidas mediante la técnica de ADN recombinante y destinadas a la fabricación de queso. "Excepto algunas enzimas consideradas aditivos, como el coagulante del queso, las enzimas son definidas como coadyuvantes tecnológicos que no permanecen en el producto final —dice Picart—, y cuando permanecen lo hacen sin efectos secundarios."

Las 700 más famosas

Por M.J./El País

Las enzimas descriptas hasta la fecha superan las 2000, aunque las reconocidas para uso industrial no sobrepasan las 700. El resto han sido estudiadas por su interés fisiológico o académico, y algunas hallarán en el futuro su aplicación a procesos industriales. Los inicios de la tecnología enzimática moderna se sitúan en 1874, cuando el químico danés Christian Hansen produjo el primer cuajo para fines industriales.

El camino desde entonces ha sido fecundo, aunque en algunos sectores industriales las aplicaciones aún son incipientes. Picart destaca entre ellas la sustitución de productos contaminantes en la fabricación de pasta de papel, el tratamiento de residuos industriales y urbanos y la fabricación de biopesticidas selectivos.

No obstante, la técnica de fermentación de microorganismos ha permitido producir enzimas de forma económica y en cantidades casi limitadas, cuyo destino industrial se ubica en múltiples sectores:

Detergentes. Fueron los primeros en utilizar de forma masiva las enzimas. Unas eliminan las manchas de proteínas (hierba, sangre o huevo), residuos de grasa (carmín, salsas o manteca) y restos de comida con almidón, como chocolate. Otras ablandan ciertos tejidos y aumentan la suavidad e intensidad de los colores.

Industria textil. Sustituyen el lavado a la piedra de la ropa vaquera, eliminan las bolitas de algunos tejidos, quitan la pelusa y mejoran el tacto de las telas al tiempo que reducen su peso. También se emplean para el proceso de desencolado (quitar la sustancia con que se reviste a los hilos antes de tejer una prenda para que no se rompan).

Alimentación. Con ellas se obtienen jarabes dulces, como la fructosa, para confitería, salsas y bebidas refrescantes o alimentos enlatados. Se producen quesos (ciertas enzimas consiguen sabores muy específicos y otras permiten que quesos jóvenes reproduzcan el sabor de los maduros en menos tiempo). Mejoran la fabricación de cerveza con pequeñas cantidades de malta o con bajo contenido de calorías. Ayudan en la elaboración del pan (retraso en su endurecimiento y mayor volumen). Permiten crear grasas a medida para lograr, por ejemplo, margarinas que se unten mejor, y extraen mayores cantidades de zumos de manzanas, limones o aceitunas.

Productos farmacéuticos. Las enzimas se administran directamente como fármaco. También se emplean en la fabricación de ciertos compuestos de interés clínico como hormonas esteroidicas o antibióticos semisintéticos, y en el diseño de métodos de análisis clínicos que resultan ser rápidos, exactos y sensibles.

LA LUZ DA PARA TODO

Por Susana Gallardo/C y T

Cuando las antiguas lavanderas ponían la ropa de lino al sol para blanquearla, tal vez no sospechaban que la luz solar desencadenaba una reacción química. Hoy los científicos, como las lavanderas, tratan de sacar el máximo provecho tanto de la luz solar como de la artificial. "Los campos de aplicación son múltiples, desde la medicina, donde es posible detectar y curar tumores por medio de la acción de la luz sobre sustancias fotosensibles, hasta la purificación de aguas o la obtención de hidrógeno como combustible", indica Enrique San Román, director del laboratorio de Fotoquímica del Instituto de Materiales, Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

La destrucción de desechos orgánicos con tecnología solar, por ejemplo, se está realizando en los Estados Unidos en forma exitosa, en plantas de experimentación. El método consiste en atrapar la luz solar en un reactor donde fluye el agua contaminada. La energía ultravioleta activa un catalizador de dióxido de titanio agregado al agua en forma de pequeñas partículas. En la superficie del catalizador se forman oxidantes reactivos que atacan las moléculas contaminantes, convirtiéndolas en dióxido de carbono y agua.

La ventaja del sistema es que mineraliza los contaminantes en su totalidad, mientras que los métodos actualmente en uso sólo transfieren los contaminantes de un lugar a otro, además de resultar costosos e ineficientes. De todos modos, el sistema sirve para la purificación de cantidades pequeñas de agua, en piletas o estanques. No sería redituable emplearlo para descontaminar el Río de la Plata, por ejemplo.

Si bien este método de descontaminación solar da buenos resultados, puede mejorarse, y esto es lo que estudian los investigadores de laboratorio de Fotoquímica. "Desde 1987 estamos trabajando con unos colorantes, las ftalocianinas, que se utilizaron durante mucho tiempo en la industria de los jeans. Más tarde fueron reemplazadas por colorantes menos estables, cuando se puso de moda la apariencia de gastados", explica San Román. Las ftalocianinas, al ser irradiadas con luz roja, emiten fluorescencia o transfieren su energía a las moléculas de oxígeno, dando lugar a una especie de oxígeno muy tóxica para los tejidos vivos. Por ello se estudia la viabilidad de diagnosticar tumores por medio de la fluorescencia y curarlos con la acción del oxígeno reactivo.

Pero, ¿qué papel desempeñarían los colorantes en la descontaminación del agua? "Estamos analizando —detalla San Román— la posibilidad de recubrir los catalizadores de dióxido de titanio, que actúan por la acción de la luz ultravioleta, con colorantes que absorben luz roja; de este modo se podría aumentar considerablemente la eficiencia del sistema."

"También —continúa el investigador— tenemos un proyecto en común con la Universidad Autónoma de Barcelona, España, con el objetivo de unir químicamente las ftalocianinas a ciertos polímeros insolubles. El polímero funcionaría como soporte del colorante, el cual, al absorber luz, oxidaría la materia orgánica, descomponiéndola. Los polímeros podrían recuperarse luego de su uso, lo cual es difícil con el dióxido de titanio."

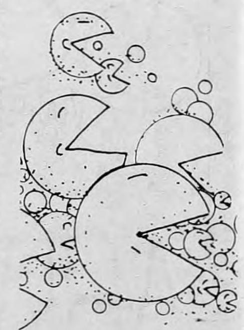
Estos procesos que sirven para degradar sustancias orgánicas pueden utilizarse también para descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno usando energía solar. En este caso el sistema funcionaría sobre la base de membranas que generan oxígeno de un lado e hidrógeno del otro, de modo de evitar una reacción explosiva de estos dos compuestos.

Pero las posibilidades de la luz y los colorantes no se agotan en estas aplicaciones. La industria de la informática podría hacer un uso interesante de la luz y las sustancias sensibles a ella, para almacenar información. Algo así como discos compactos con la capacidad de ser reutilizados.

"Para ello habría que diseñar sustancias que cambiaran de color con un pulso de luz, y con otro pulso diferente volvieran al estado anterior", propone el investigador. San Román subraya que si bien las ftalocianinas fueron descubiertas en forma accidental, en Escocia en 1928, en la actualidad lo que se busca no es ya "descubrir" sino desarrollar nuevos compuestos que cumplan con los objetivos que se desea obtener.

La fotoquímica aprovecha la luz para producir reacciones químicas, pero ¿cómo hace para que, en algunos casos, la luz no actúe, por ejemplo, decolorando una tela o una pared? Esto también es posible.

Cuando un colorante absorbe luz transfiere esa energía al oxígeno. Este oxígeno energético es muy destructivo. En el organismo humano, la vitamina A tiene la capacidad de desactivarlo, pues resulta muy tóxico. "En el caso de la industria textil o la de pinturas, se podría lograr una mayor estabilidad del color introduciendo una sustancia que pudiera desactivar el oxígeno reactivo", explica San Román, y agrega: "Esta es otra de las formas en que el conocimiento generado en la Universidad puede ser transferido a la sociedad".



¿Hay sedantes naturales en el cerebro?

LO TENGO TODO AQUI

Por Sergio A. Lozano

Cuando llega la hora de dormir, las preocupaciones cotidianas calan hondo en una buena parte de la población del planeta. Y la solución espera turno en forma de pastilla: desbordando la mesa de luz, en la cartera de la dama y el bolsillo del caballero, en variadas formas y tamaños, drogas como Librium, Trapax y el hermano más famoso, Valium, ponen la cuota de tranquilidad que las ciudades modernas le roban todos los días a cada uno de sus habitantes. Algunos estudios recientes dicen que el 70 por ciento de la población mundial ahoga su intranquilidad en esta familia de drogas que la jerga farmacéutica bautizó como BZD o benzodiacepinas. Trabajos más antiguos presagiaban este presente: estadísticas de 1977 aseguran que los norteamericanos consumían por ese entonces unos 8000 kilos por año de benzodiacepinas volcando unos setecientos millones de dólares en las arcas de las compañías farmacéuticas.

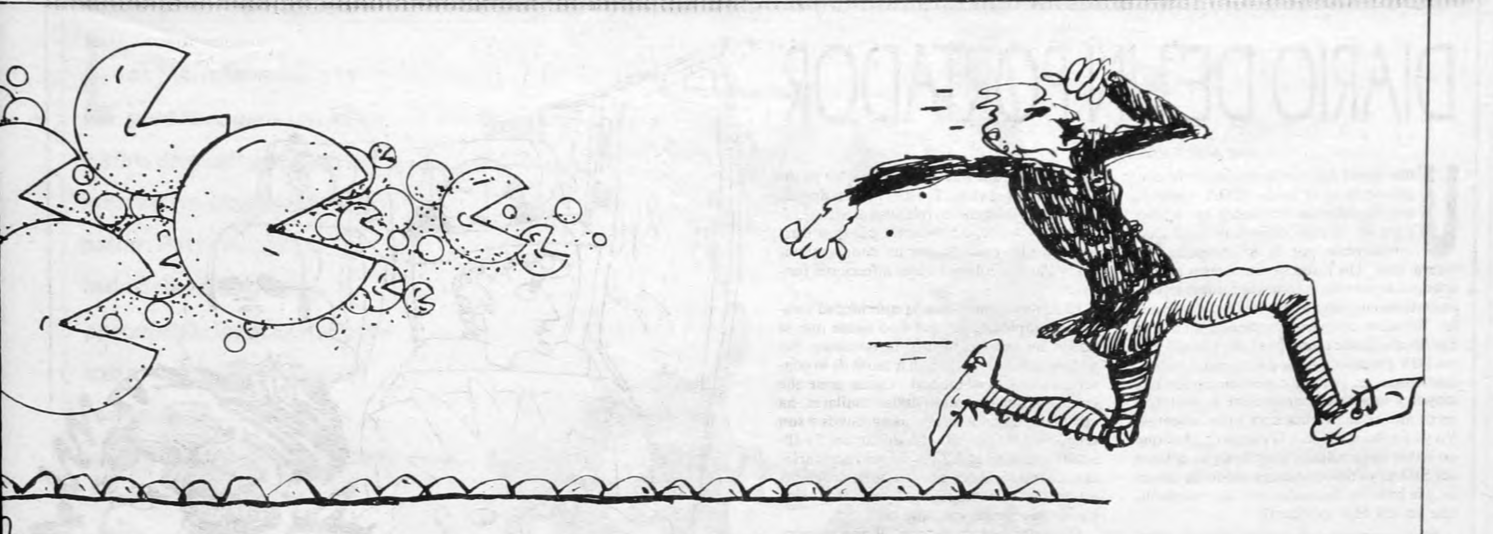
"La ansiedad caracteriza a la civilización occidental y las benzodiacepinas son las drogas ansiolíticas por excelencia", explica el doctor Jorge Medina, investigador del Instituto de Biología Celular de la Facultad de Medicina de esta capital. Aunque poco se conocía sobre su mecanismo de acción, las siglas BZD coparon las farmacias y cerebros de todo el mundo. Y las paradojas se remontan hasta su mismísimo nacimiento: si bien estas drogas recién ingresaron al mercado farmacéutico en 1960, cerebros humanos conservados adecuadamente desde 1940 mostraron a las claras haber tenido contacto con benzodiacepinas. La pregunta es obvia: si en realidad estas mágicas pastillitas son un producto de laboratorio, ¿cómo "tranquilizaron" cerebros antes de su llegada al mercado? (aunque existían mesitas de luz, esto no es razón suficiente para justificar la presencia de Valium en ellas por ese entonces). Y a partir de aquí se desencadenan otros interrogantes: cada mortal, más allá del arsenal que atesora para las noches de insomnio, ¿cuenta con un pequeño laboratorio productor de benzodiacepinas en su interior o estas BZD naturales llegan al cerebro a través de vías exógenas, como los alimentos?

Estos interrogantes, aún sin respuesta, desvelan los días de numerosos grupos de investigación de todo el planeta. Sin embargo, la teoría del origen foráneo de las benzodiacepinas cobra fuerza con el correr de los años. Y los motivos son varios. Según investigaciones realizadas en el Instituto de Biología Celular en colaboración con el Instituto de Química y Fisicoquímica Biológica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, las benzodiacepinas no sólo están presentes en el cerebro de numerosos mamíferos sino que también se encuentran en varios alimentos. Y hay más pruebas: otros estudios muestran la capacidad de ciertos hongos de producir BZD y, por si fuera poco, la papa, el maíz y el trigo contarían también con sus propios "tranquilizantes". "Estos datos asociados a los obtenidos en nuestros laboratorios donde se demostró que la leche de vaca —tanto la comercial como la ordeñada bajo condiciones controladas— contienen benzodiacepinas, sugieren que las benzodiacepinas cerebrales provendrían de fuentes exógenas. De esa manera, serían constituyentes habituales de nuestra dieta", concluye Medina. Bajo esta teoría y como las BZD se eliminan lentamente, la ingesta crónica de pequeñas cantidades de estos compuestos naturales podrían llevar a su acumulación en el sistema nervioso: además de producir rollos y celulitis, la dieta tendría una influencia importante en el funcionamiento cerebral. Según las últimas investigaciones, las benzodiacepinas naturales regularían la consolidación de las memorias actuando durante e inmediatamente después de un aprendizaje, en directa relación con el grado de estrés que origina todo proceso de adquisición de nueva información.

Pero la película de las BZD tiene un final abierto. ¿Por qué el sistema nervioso tiene moléculas específicamente diseñadas —receptores, en buen químico— encargadas de dar la bienvenida —y permitir la acción sedante— a la pastilla nuestra de cada día? "¿Puede haber preparado la evolución al cerebro humano para algo que sintetiza la industria farmacéutica? Obviamente no", se pregunta y contesta Medina. Aunque estos receptores podrían haberse "moldeado" a partir de las BZD naturales ingeridas durante milenios, su presencia en todos los vertebrados indicaría que todavía quedan sorpresas por descubrir. En otras palabras, existiría otra molécula producida seguramente por el sistema nervioso —similar o quizás totalmente distinta a las BZD— y que ninguno de los grupos de investigación de todo el planeta pudo descubrir hasta la fecha. De comprobarse esta hipótesis, esta parte del film se transformaría en una remake de la ya vieja historia de la morfina. Cuando se estudió el mecanismo de acción de este derivado del opio, dos cosas salieron a la luz: por un lado, existía un receptor específico para morfina en el sistema nervioso y por el otro, la función habitual de este receptor no era brindar sus servicios a los fumadores orientales sino a las llamadas endorfinas, calmantes naturales presentes en los cerebros de todos los mortales.

Casi tan difundidos como la aspirina, estos excelentes tranquilizantes producen por debajo de la mesa ciertos trastornos en el sueño, alteraciones en la memoria y generan, además, tolerancia. Así, cada vez se necesitan mayores dosis de BZD para obtener los mismos efectos que al inicio del tratamiento. Quizá desandando el camino de las benzodiacepinas naturales o dilucidando el misterio de esa hipotética molécula endógena hábilmente escondida en la maraña cerebral aparezca el medicamento ideal que no origine estos inconvenientes.

Sábado 14 de marzo de 1992



española de conservadurismo en la aceptación de las nuevas técnicas. "Lograr la inclusión de las enzimas producidas por métodos tradicionales en la llamada lista positiva del Ministerio de Sanidad es un calvario para los productores", se queja Picart. "Esta autorización puede llevar hasta tres años."

Estas listas positivas recopilan la legislación española sobre los grupos de alimentos donde se autoriza el uso de enzimas como coadyuvantes tecnológicos. En los casos de enzimas como aditivos —de momento sólo dos, según la Comisión Europea—, hay que esperar la regulación comunitaria, mientras que para autorizar los coadyuvantes cada país tiene autonomía. Sin embargo, siempre que éstos sean destinados al sector alimentario es necesario enviar la disposición a Bruselas.

La OMS sólo se ha pronunciado favorablemente respecto de tres o cuatro enzimas obtenidas mediante la técnica de ADN recombinante y destinadas a la fabricación de queso. "Excepto algunas enzimas consideradas aditivos, como el coagulante del queso, las enzimas son definidas como coadyuvantes tecnológicos que no permanecen en el producto final —dice Picart—, y cuando permanecen lo hacen sin efectos secundarios."

Las 700 más famosas

Por M.J./El País

Las enzimas descriptas hasta la fecha superan las 2000, aunque las reconocidas para uso industrial no sobrepasan las 700. El resto han sido estudiadas por su interés fisiológico o académico, y algunas hallarán en el futuro su aplicación a procesos industriales. Los inicios de la tecnología enzimática moderna se sitúan en 1874, cuando el químico danés Christian Hansen produjo el primer cuajo para fines industriales.

El camino desde entonces ha sido fecundo, aunque en algunos sectores industriales las aplicaciones aún son incipientes. Picart destaca entre ellas la sustitución de productos contaminantes en la fabricación de pasta de papel, el tratamiento de residuos industriales y urbanos y la fabricación de biopesticidas selectivos.

No obstante, la técnica de fermentación de microorganismos ha permitido producir enzimas de forma económica y en cantidades casi limitadas, cuyo destino industrial se ubica en múltiples sectores:

Detergentes. Fueron los primeros en utilizar de forma masiva las enzimas. Unas eliminan las manchas de proteínas (hierba, sangre o huevo), residuos de grasa (carmín, salsas o manteca) y restos de comida con almidón, como chocolate. Otras ablandan ciertos tejidos y aumentan la suavidad e intensidad de los colores.

Industria textil. Sustituyen el lavado a la piedra de la ropa vaquera, eliminan las bolitas de algunos tejidos, quitan la pelusa y mejoran el tacto de las telas al tiempo que reducen su peso. También se emplean para el proceso de desencolado (quitar la sustancia con que se reviste a los hilos antes de tejer una prenda para que no se rompan).

Alimentación. Con ellas se obtienen jarabes dulces, como la fructosa, para confitería, salsas y bebidas refrescantes o alimentos enlatados. Se producen quesos (ciertas enzimas consiguen sabores muy específicos y otras permiten que quesos jóvenes reproduzcan el sabor de los maduros en menos tiempo). Mejoran la fabricación de cerveza con pequeñas cantidades de malta o con bajo contenido de calorías. Ayudan en la elaboración del pan (retraso en su endurecimiento y mayor volumen). Permiten crear grasas a medida para lograr, por ejemplo, margarinas que se unten mejor, y extraen mayores cantidades de zumos de manzanas, limones o aceitunas.

Productos farmacéuticos. Las enzimas se administran directamente como fármaco. También se emplean en la fabricación de ciertos compuestos de interés clínico como hormonas esteroidicas o antibióticos semisintéticos, y en el diseño de métodos de análisis clínicos que resulten ser rápidos, exactos y sensibles.

¿Hay sedantes naturales en el cerebro?

LO TENGO TODO AQUI

Por Sergio A. Lozano

Cuando llega la hora de dormir, las preocupaciones cotidianas calan hondo en una buena parte de la población del planeta. Y la solución espera turno en forma de pastilla: desbordando la mesa de luz, en la cartera de la dama y el bolsillo del caballero, en variadas formas y tamaños, drogas como Librium, Trapax y el hermano más famoso, Valium, ponen la cuota de tranquilidad que las ciudades modernas le roban todos los días a cada uno de sus habitantes. Algunos estudios recientes dicen que el 70 por ciento de la población mundial ahoga su intranquilidad en esta familia de drogas que la jerga farmacéutica bautizó como BZD o benzodiacepinas. Trabajos más antiguos presagiaban este presente: estadísticas de 1977 aseguran que los norteamericanos consumían por ese entonces unos 8000 kilos por año de benzodiacepinas volcando unos setecientos millones de dólares en las arcas de las compañías farmacéuticas.

"La ansiedad caracteriza a la civilización occidental y las benzodiacepinas son las drogas ansiolíticas por excelencia", explica el doctor Jorge Medina, investigador del Instituto de Biología Celular de la Facultad de Medicina de esta capital. Aunque poco se conocía sobre su mecanismo de acción, las siglas BZD coparon las farmacias y cerebros de todo el mundo. Y las paradojas se remontan hasta su mismísimo nacimiento: si bien estas drogas recién ingresaron al mercado farmacéutico en 1960, cerebros humanos conservados adecuadamente desde 1940 mostraron a las claras haber tenido contacto con benzodiacepinas. La pregunta es obvia: si en realidad estas mágicas pastillitas son un producto de laboratorio, ¿cómo "tranquilizaron" cerebros antes de su llegada al mercado? (aunque existían mesitas de luz, esto no es razón suficiente para justificar la presencia de Valium en ellas por ese entonces). Y a partir de aquí se desencadenan otros interrogantes: cada mortal, más allá del arsenal que atesora para las noches de insomnio, ¿cuenta con un pequeño laboratorio productor de benzodiacepinas en su interior o estas BZD naturales llegan al cerebro a través de vías exógenas, como los alimentos?

Estos interrogantes, aún sin respuesta, desvelan los días de numerosos grupos de investigación de todo el planeta. Sin embargo, la teoría del origen foráneo de las benzodiacepinas cobra fuerza con el correr de los años. Y los motivos son varios. Según investigaciones realizadas en el Instituto de Biología Celular en colaboración con el Instituto de Química y Fisicoquímica Biológica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, las benzodiacepinas no sólo están presentes en el cerebro de numerosos mamíferos sino que también se encuentran en varios alimentos. Y hay más pruebas: otros estudios muestran la capacidad de ciertos hongos de producir BZD y, por si fuera poco, la papa, el maíz y el trigo contarían también con sus propios "tranquilizantes". "Estos datos asociados a los obtenidos en nuestros laboratorios donde se demostró que la leche de vaca —tanto la comercial como la ordeñada bajo condiciones controladas— contienen benzodiacepinas, sugieren que las benzodiacepinas cerebrales provendrían de fuentes exógenas. De esa manera, serían constituyentes habituales de nuestra dieta", concluye Medina. Bajo esta teoría y como las BZD se eliminan lentamente, la ingesta crónica de pequeñas cantidades de estos compuestos naturales podrían llevar a su acumulación en el sistema nervioso: además de producir rollos y celulitis, la dieta tendría una influencia importante en el funcionamiento cerebral. Según las últimas investigaciones, las benzodiacepinas naturales regularían la consolidación de las memorias actuando durante e inmediatamente después de un aprendizaje, en directa relación con el grado de estrés que origina todo proceso de adquisición de nueva información.

Pero la película de las BZD tiene un final abierto. ¿Por qué el sistema nervioso tiene moléculas específicamente diseñadas —receptores, en buen químico— encargadas de dar la bienvenida —y permitir la acción sedante— a la pastilla nuestra de cada día? "¿Puede haber preparado la evolución al cerebro humano para algo que sintetiza la industria farmacéutica? Obviamente no", se pregunta y contesta Medina. Aunque estos receptores podrían haberse "moldeado" a partir de las BZD naturales ingeridas durante milenios, su presencia en todos los vertebrados indicaría que todavía quedan sorpresas por descubrir. En otras palabras, existiría otra molécula producida seguramente por el sistema nervioso —similar o quizás totalmente distinta a las BZD— y que ninguno de los grupos de investigación de todo el planeta pudo descubrir hasta la fecha. De comprobarse esta hipótesis, esta parte del film se transformaría en una remake de la ya vieja historia de la morfina. Cuando se estudió el mecanismo de acción de este derivado del opio, dos cosas salieron a la luz: por un lado, existía un receptor específico para morfina en el sistema nervioso y por el otro, la función habitual de este receptor no era brindar sus servicios a los fumadores orientales sino a las llamadas endorfinas, calmantes naturales presentes en los cerebros de todos los mortales.

Casi tan difundidos como la aspirina, estos excelentes tranquilizantes producen por debajo de la mesa ciertos trastornos en el sueño, alteraciones en la memoria y generan, además, tolerancia. Así, cada vez se necesitan mayores dosis de BZD para obtener los mismos efectos que al inicio del tratamiento. Quizá desandando el camino de las benzodiacepinas naturales o dilucidando el misterio de esa hipotética molécula endógena hábilmente escondida en la maraña cerebral aparezca el medicamento ideal que no origine estos inconvenientes.

DIARIO DE UN PORTADOR

Por Kim Foltz*

Unos meses después de encontrarme con que tenía el virus del SIDA, aprendí qué significaba realmente ese hecho para mí. Sucedió mientras viajaba en un autobús por la 8ª Avenida, en Nueva York. Un joven se sentó cerca mío y, unas pocas paradas después, se cambió repentinamente a un asiento del otro lado del pasillo. Yo estaba ocuparo escribiendo un diario que llevaba desde que supe el año pasado que era HIV positivo y no le presté mucha atención. Entonces, en rápida sucesión, una señora mayor y una chica adolescente se sentaron cerca mío, y se cambiaron a otros asientos. Yo ya estaba rendido a la paranoia. Aunque no había desarrollado ningún signo delator del SIDA, y ellos no tenían modo de saberlo, ¿se habrían figurado, por alguna razón, que yo era HIV positivo?

En las semanas siguientes, el virus pareció cerrar su garra psicológica sobre mí. Si tosía demasiado entre la gente, me sentía culpable, aun sabiendo que no había puesto a nadie en riesgo. Evitaba besar a mis amigos. La paranoia eventualmente pasó. Pero me enseñó que soy yo quien está irremediablemente condenado a ser HIV positivo. Cuando el basquetbolista Magic Johnson anunció que tenía HIV, yo —como casi todos los demás— aplaudí su candor. Pero sospeché que, probablemente, aún no había comenzado a darse cuenta en qué gran medida el HIV modificaría su futuro.

Tener el virus del SIDA no es la sentencia que pensé que sería. A diferencia de las primeras víctimas del SIDA, rápidamente agobiadas por el deterioro de su salud y los tratamientos médicos radicales, yo había descubierto que mi mejor chance era aprender a convivir con el HIV.

Todavía, cada paso es algo nuevo para mí, como para cualquier afectado de HIV. Cada avance médico crea un torrente de excitación y ansiedad. En este año y medio, desde que el test dio positivo, la droga antiviral DDI obtuvo la aprobación oficial, y otras drogas antivirales, como la DDC, fueron probadas.

Se están probando también ciertas vacunas de SIDA que pueden ayudar a los ya infectados con el virus. Existen nuevas drogas para tratar infecciones relativas al SIDA, incluyendo la droga Foscarnet para un trastorno ocular causado por un citomegalovirus, y Fluconazol para tratar infecciones fungales.

El conocimiento sobre la enfermedad cambia tan rápidamente que uno siente que se vuelve un experto médico instantáneo. No hace mucho me sorprendí a causa de lo conservador que es mi médico. Alguna gente que conozco, que ha tenido dudas similares, ha cambiado por doctores más agresivos y son felices con el resultado. Mi doctor confía absolutamente en el AZT y decidió aceptarlo, aun cuando los detractores de la droga arguyen que el componente altamente tóxico puede hacer más mal que bien.

Pero durante un tiempo, el año pasado, yo entré en pánico luego de discusiones con amigos sobre los peligros del AZT, y llegué a dejar de tomarlo, sólo para retomar una semana después. Comencé a involucrarme más que planificar mi tratamiento luego de que desarrollé una anemia, a causa del AZT, que había suprimido la capacidad de las médulas de mis huesos de producir glóbulos rojos.

Discutí con mi médico si lo intentaría con DDI, un tratamiento antiviral que ha resultado efectivo en la gente que no podía tolerar el AZT. El siente que el DDI es demasiado peligroso, ya que puede causar ataques y lesiones de páncreas. De modo que me trató con Epogen, una nueva droga que estimula la producción de glóbulos rojos. Me inyecto la medicina en la pierna cada día. Hasta ahora, funciona.

Siendo tan poco lo que se conoce sobre el HIV, no quise dejar fuera ninguna posibilidad. He leído varios libros sobre SIDA que parecían de gran ayuda pero, un año o dos luego de su publicación, estaban superados. Mucho más útiles han resultado las publicaciones de organizaciones como Project Inform, que discuten sobre los últimos tratamientos. Ahora estoy mejor informado, pero eso no me convierte en médico.

La confusión y ansiedad asociadas al HIV se tornan a veces aplastantes. He hablado a menudo con mi compañero de trabajo más antiguo, que también es periodista y escribió muchas historias sobre el SIDA; él ha sido una fuente apaciguadora de realidades sobre la muerte.

Pero ha habido algunas cuestiones que pensé que eran demasiado perturbadoras para mencionarselas. Necesitaba hablarlas con otra gente. Me acerqué a una organización sin fines de lucro llamada Body Positive, llevada por gente que es HIV positivo, para ofrecer apoyo a otros en la misma situación. Había doce hombres en mi grupo, todos nosotros gays. Nos reunimos cada noche de domingo en el salón de juegos de una iglesia cercana a Times Square. Nos encontramos durante tres meses y hablamos sobre nuestros miedos y esperanzas.

Durante varias reuniones, discutimos cómo el HIV había creado una especie de limbo sexual para muchos de nosotros. Encontrar a la persona apropiada jamás ha sido una proposición fácil, aún en la mejor época. El HIV crea desgarradoras complicaciones. ¿Cuándo decirle a un probable partenaire que uno es HIV positivo? El sexo seguro no es nada más que sexo protegido. Todavía hay riesgos.

A un miembro del grupo la primera vez que hizo la confesión, a un muchacho que había conocido en un bar le ocurrió que el joven se dio media vuelta y se fue sin una sola palabra de explicación. Esperar hasta que una relación se desarrolle durante una serie de citas platónicas tampoco es la solución. Cuando finalmete te confiesas, la respuesta suele ser: "No quiero desperdiciar mi tiempo con alguien que va a morir".

Una noche hablamos de nuestros mayores miedos. El mío es a la indignidad de terminar desamparado, abandonado. Yo tengo un buen salario, pero una vez que tenga SIDA y esté inhabilitado para trabajar, no podré vivir de mis ingresos. Ahora que tengo HIV, es demasiado tarde para firmar el contrato de un seguro de discapacidad. Mis dos años en el diario me habilitan sólo para unos pocos meses de paga por discapacidad. Luego de eso, tendría que manejarme con 600 dólares por mes del programa federal para discapacitados. Eso no alcanza ni para comenzar a cubrir mis gastos de renta, comida y servicios.

No fue sino en una de las últimas reuniones que, finalmente, abordamos el tópico que estaba en la mente de todos: suicidio. La mayoría dijo que probablemente se mataría si el sufrimiento se volvía demasiado insoportable. Yo siempre pensé que haría lo mismo. La alternativa para mucha gente con SIDA es consumirse suavemente, terminando sus días con un intenso dolor. Pero cuando me preguntaron qué haría, me sorprendí a mí mismo al replicar que el suicidio no era la respuesta para mí.

Jamás creí que estaría en tan íntimos términos con la muerte. Tengo sólo 43 años. Como muchos gays, he observado la muerte de una fila de amigos. Pero una de las cosas que aprendí en contacto con el HIV es nunca perder las esperanzas. Cada día, lo primero que hago es subirme a la balanza para asegurarme de que no he perdido peso. Lo siguiente, tomo mi AZT. Y entonces me digo que estoy listo para el próximo round.

* *Reportero en la sección negocios del* New York Times, *traducción S. Igelka.*



VACUNA CONTRA EL COLERA

Por S. A. L.

Una nueva vacuna anticolérica oral desarrollada en Estados Unidos aparece como una luz en este presente de lavandina que destiñe los días de buena parte de Latinoamérica y Africa. Desarrollada por el equipo de M. Levine de la Universidad de Maryland, esta vacuna consiste en una cepa viva de *Vibrio cholerae* a la que se le "robaron" en el laboratorio los genes responsables de la toxina que ocasiona la profusa diarrea acuosa característica del cólera.

Unas mil personas en total, en distintos lugares del planeta —Indonesia, Suiza, Tailandia y Estados Unidos— ya recibieron la vacuna sin inconvenientes. No sólo fue bien tolerada por los valientes voluntarios sino que también indujo la producción de anticuerpos protectores y ningún episodio diarreico fue detectado en estos ensayos preliminares. Además, una sola dosis de vacuna es suficiente para la producción de anticuerpos —dato importante para los países subdesarrollados en los que el cólera abunda pero la plata para adquirir vacunas escasea como el agua— aunque todavía resta saber el tiempo que dura la protección.

La vacuna será testeada en Perú en 500 personas y posteriormente en Chile. Estos trabajos, subvencionados enteramente por el National Institute of Health de Estados Unidos, recibirían en breve el apoyo de la Organización Mundial de la Salud, hecho que permitiría —Dios mediante— su comercialización a bajo costo en los países del Tercer Mundo. Según el padre de la vacuna, si los próximos ensayos en Indonesia y América latina son exitosos podría emprenderse una vacunación a gran escala a mediados de este año.

REFORMA AGRARIA AL USO NOSTRO

Por S. A. L.

De un tiempo a esta parte, diversos estudios señalaron una tendencia a la desconcentración de la propiedad territorial en la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, por debajo de lo que en principio parecería una mejor distribución de las tierras se esconde, en realidad, una mera subdivisión de las propiedades a los efectos de disminuir cargas impositivas. "Este proceso beneficia en mayor medida a aquellos que, dada su extensión de tierras, poseen un mayor margen para la subdivisión y, por ende, va en detrimento de los pequeños propietarios, quienes no tienen posibilidad de subdividir y deben soportar a su vez la mayor carga impositiva", explican Mariano Martínez de Ibarreta y Pablo Pucciarelli, del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Sociales, en un trabajo que publicará *Ciencia hoy* en su próximo número.

La tierra se divide pero continúa concentrada en pocas manos. El análisis de cinco partidos representativos de Buenos Aires, —Mercedes, Pergamino, Pehuajó, Ayacucho y Tres Arroyos— muestra que la consigna de fin del milenio sigue siendo divide y triunfarás. La lógica es simple y tiende a una subdivisión ficticia: un campo que ayer ocupaba unas 2000 hectáreas hoy probablemente estará dividido en cuatro predios de quinientas, aunque no serán cuatro sus dueños. Bajo esta estrategia, este campo pagará igual que cualquier otro de menor envergadura gambeteando así el carácter progresivo del impuesto inmobiliario que, en teoría, pretende cobrar más al que más tiene.

"Si un propietario posee varios predios, la aplicación de los componentes del impuesto no se realiza sobre el conjunto de predios asumidos como una sola unidad, sino tomando a cada uno de ellos por separado. En otras palabras, el impuesto no se aplica desde una distribución por propietario, sino desde una perspectiva predial", explican los investigadores.

En teoría, según la reglamentación de octubre de 1989 de la ley provincial Nº 10.472 "se considera como único inmueble aquellos fraccionamientos de una misma unidad de tierra, aunque correspondan a divisiones efectuadas en distintas épocas, cuando pertenezcan a un mismo titular de dominio". Pero sólo en los papeles: la aplicación de la ley no fue inmediata sino que se pospuso hasta enero de 1991 y la tarea de reagrupar los predios en función de sus propietarios es una labor extensa que tiene todavía horizontes de finalización demasiado difusos. Pero a la hora de hacer números, todo queda muy claro. El método de cálculo del impuesto inmobiliario toma como base el valor fiscal de los predios más una cuota fija que es cero para los terrenos menores de 100 hectáreas. Así las cosas, un campo de 1987 hectáreas que debería pagar 35.963 dólares en concepto de impuesto inmobiliario rural, estratégicamente subdividido en 21 predios de 108 hectáreas y menores, puede pagar menos de la mitad del cálculo real que resulta de correlacionar esas tierras con su único propietario según manda la ley. La jugada es perfecta: no por casualidad en Pergamino desaparecieron todos los campos que superan las 2000 hectáreas.